

## 在饮水条件反射中 大鼠海马CA<sub>3</sub>区突触效应的变化\*

### CHANGES ON SYNAPTIC EFFICACY AT THE HIPPOCAMPAL CA<sub>3</sub> AREA OF RATS DURING DRINKING CONDITIONING

关键词: 大鼠, 突触可塑性, 海马, 记忆

Key words: Rat, Synaptic plasticity, Hippocampus, Memory

我们的工作表明, 大鼠在明暗辨别学习过程中海马齿状回有习得性长时程增强(Long-term potentiation, LTP)现象, 又CA<sub>3</sub>区在大鼠学习和记忆过程有重要作用。本实验观察大白鼠海马CA<sub>3</sub>区锥体细胞在条件性饮水反应的建立、巩固和消退过程中其突触效应的变化规律, 以进一步探讨习得性LTP的特性, 及从突触水平探讨海马CA<sub>3</sub>区在学习记忆功能中的作用。

#### 材 料 和 方 法

实验用SD系体重180~230克的雄性大白鼠。应用慢性埋植电极技术, 以电生理学方法结合行为学方法来进行研究。刺激电极埋植于内嗅区穿通纤维(Ap 7.0, L 4.4~4.5, H 5.6~6.0), 记录电极埋植于海马CA<sub>3</sub>区锥体细胞层(Ap 3.0~3.5, L 3.2~3.5, H 3.8~4.2)记录突触后诱发电位。采用以灯光为条件信号的饮水条件反射学习模型训练动物。每实验日训练20次, 以连续10次测试的正确反应率达90%以上为学会标准; 达到学会标准后进行巩固性训练, 动物连续三天的正确反应率在90%以上即认为达巩固标准; 达到巩固标准后进行消退训练, 以连续10次测试的正确反应率在10%以下为消退成功的标准。每实验日训练前后检测其群体峰电位(population spike, PS), 电位经放大器放大后输入KDS-1型数据处理机处理。用示波器监测及x-y记录仪扫描。动物训练前的PS值为初始值, 定为100。

#### 结 果 及 讨 论

一、在条件反应建立期间, 大鼠海马CA<sub>3</sub>区突触效应出现习得性长时程增强现象。

结果如图1所示, 第一天训练作业结束时PS的峰值为训练前的 $98.8 \pm 6.2\%$ , 与训练前相比无明显变化( $P > 0.05$ ), 但第二天训练作业前, PS峰值增大为 $131.5 \pm 22.2\%$ , 其后随着训练的增加PS峰值也明显增大。动物达到学会标准的当日, 训练作业前的动物PS峰值增大为初始值的 $219.3 \pm 56.5\%$ , 与训练前相比, 差异极显著( $P < 0.01$ )。此时, PS的潜伏期也明显缩短, 初潜期和峰潜期分别由第一次训练前的 $2.67 \pm 0.27$  ms及 $3.25 \pm 0.28$  ms缩短到 $2.25 \pm 0.30$  ms和 $2.80 \pm 0.26$  ms, 差异均极显著( $P < 0.01$ ); 同日, 在训练作业后其PS值为 $211.4 \pm 59.1\%$ , 初潜期为 $2.25 \pm 0.25$  ms, 峰潜期为 $2.81 \pm 0.24$  ms, 与该天作业前相比无显著差异( $P > 0.05$ )。而每天进行条件刺激与非条件刺激不配对给子的对照组动物, 给7个实验日, PS为实验前的 $92.9 \pm 14.3\%$ (图2), 初潜期在实验前后分别为 $2.69 \pm 0.28$  ms,  $2.65 \pm 0.30$  ms, 峰潜期分别为 $3.27 \pm 0.26$  ms,  $3.22 \pm 0.29$  ms, 表明均无明显变化( $P > 0.05$ ); 动物亦无条件反应出现。说明动物出现的长时程突触增强是由学习训练所引起的, 即突触效应的这种可塑性变化是与学习记忆过程密切相关的。

(下转362页)

本文1988年7月25日收到, 1989年1月16日修回。

\* 国家自然科学基金资助项目。

(上接348页)

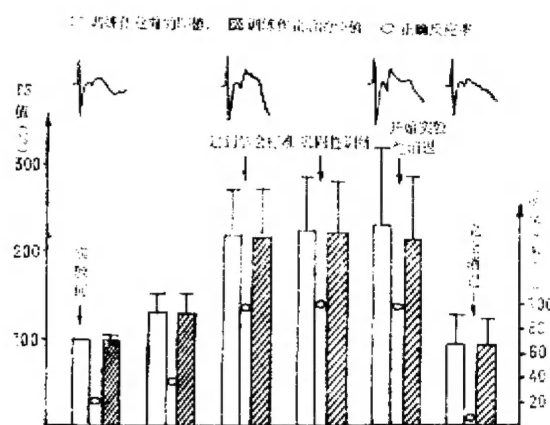


图1. 实验组动物PS值的变化与行为正确反应率的关系 ( $n=9$ )。上方为20号动物的PS波 (第1次实验前训练作业前PS峰值为100)。

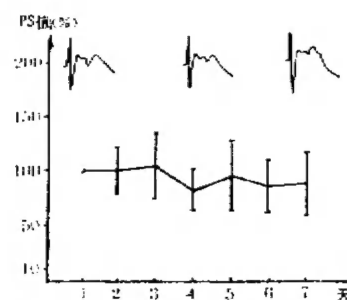


图2. 对照组动物PS的变化 ( $n=7$ )  
上方为21号动物的PS波

## 二、习得性LTP的保持、消退与条件反应的保持和消退相一致。

在条件反应巩固期间, 习得性LTP水平保持不变 (图1)。动物达到巩固标准的当日, 训练作业前的PS值为初始值的 $236 \pm 94.1\%$ , 初潜期为 $2.24 \pm 0.2$  ms, 峰潜期为 $2.78 \pm 0.25$  ms, 与达到学会标准的当日的各项指标相比均无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。

当进行条件反应的实验性消退时, 习得性LTP亦产生消退 (图1)。在条件性饮水反应达到消退标准之日的训练作业前, PS峰值降为实验前的 $95.2 \pm 35.3\%$ , 初潜期、峰潜期分别为 $2.65 \pm 0.28$  ms,  $3.20 \pm 0.30$  ms, 与实验前PS的初始值相比均无显著性差异 ( $P > 0.05$ ), 但与学会和巩固期间相比其差异均极显著 ( $P < 0.01$ )。而在消退训练作业结束后, PS峰值为实验前的PS初始值的 $93.5 \pm 41.1\%$ , 初潜期为 $26.5 \pm 0.25$  ms, 峰潜期为 $3.21 \pm 0.29$  ms, 与该天消退训练作业前相比, 均无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。表明条件反应的保持和消退是和习得性LTP的保持和消退相应的。

## 三、突触效应的变化超前于习得行为的变化。

从图1、图2所示可知, 当PS峰值增大至最高水平 (相当于初始值的二倍左右) 后, 动物在随后的学习训练中即达到学会标准; 而在消退训练中, 当PS降低到训练前水平, 即LTP完全消退时, 动物在随后的消退训练中即达到消退成功的标准。表明突触效应的变化超前于习得行为的变化, 可能突触效应的变化是行为变化的基础。故可以认为习得性LTP很可能是记忆的神经基础之一。本实验从突触水平证明了海马CA<sub>1</sub>区既参与记忆的形成, 也参与长时记忆的保持。

余朝阳

区英琦

许世彤

Yu Chaoyang Ou Yingqi Xu Shitong

(华南师范大学神经生理研究室, 广州)

(Neurophysiology Research Laboratory, South China Normal University, Guangzhou)